

毛豆绿色生产与种养结合的创新技术

陈倩玉^{1,5#}, 李育军^{2#}, 彭璐^{1,5}, 陈沛¹, 魏文康¹, 吴无畏⁴, 习欠云⁵, 朱建超^{3*}, 贝锦龙^{1*}

¹广东省农业科学院农业生物基因研究中心 广东广州

²广东省农业科学院作物研究所 广东广州

³广东省茂名市科学技术协会 广东茂名

⁴广西药用植物园 广西南宁

⁵华南农业大学 广东广州

【摘要】近年来,为拓展毛豆生产及其应用,完善毛豆产业链,有效发挥毛豆种植的最大效益,结合华南地区尤其南亚热带地区(如广东茂名市)的地形、土壤、气候、生产习性等特点,探索出了一套毛豆绿色生产与种养结合的创新技术,利用鲜食毛豆生产过程中的豆秆整株(鲜棵)回收直接利用或加工生产用于饲喂牲畜的青贮和饲料,以“科技+公司+基地+合作社+农户”的经营模式,做到了“科技+生产+加工+品牌+营销”的全产业链升级发展,促进当地农村毛豆产业(一二三产)融合发展的示范引领作用、城乡协调发展和乡村产业振兴。

【关键词】毛豆;绿色生产;鲜食毛豆保鲜与加工;青贮;饲料加工与饲喂

【基金项目】广东省农业科学院农业生物基因研究中心2021年度创新基金项目:麻竹酸笋纯种发酵新工艺的研究与开发(202102);猪禽种业全国重点实验室(2023QZ-NK06, ZQQZ-39)

【收稿日期】2024年1月12日 **【出刊日期】**2024年3月21日 **【DOI】**10.12208/j.jafs.20240001

Innovative technology of green production and cultivation of edamame

Qianyu Chen^{1,5#}, Yujun Li^{2#}, Peng Lu^{1,5}, Chen Pei¹, Wenkang Wei

¹Agricultural Biotechnology Research Center, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, Guangdong

²Crop Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, Guangdong

³Maoming Science and Technology Association of Guangdong Province, Maoming, Guangdong

⁴Guangxi Medicinal Botanical Garden, Nanning Guangxi

⁵South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong

【Abstract】In recent years, in order to expand the production and application of edamame, improve the edamame industry chain, and effectively exert the maximum benefit of edamame cultivation, a set of innovative technologies combining green production and cultivation of edamame have been explored in combination with the characteristics of topography, soil, climate, production habits and so on in South China, especially in South tropical areas (such as Maoming City, Guangdong Province). The whole bean stalk (fresh plant) in the production process of fresh edamame is recycled and directly utilized or processed to produce silage and feed for livestock. With the business model of "technology + company + base + cooperative + farmer", the whole industry chain of "technology + production + processing + brand + marketing" has been upgraded and developed. Promote the demonstration and leading role of the integrated development of the local rural edamame industry (first, second and third industries), the coordinated development of urban and rural areas, and the revitalization of rural industries.

【Keywords】Edamame; Green production; Fresh edamame preservation and processing; Ensiling; Feed processing and feeding

*并列第一作者:陈倩玉(2002-),李育军(1963-)男,研究员,从事大豆等作物种质资源、生理栽培等研究;

*并列通讯作者:贝锦龙(1976-)男,副研究员,从事农业微生物、种养循环等研究;朱建超(1962-)男,副研究员,从事大豆育种、区试与种质资源等研究。

1 毛豆生产与应用现状

1.1 介绍目前存在的不同类型的毛豆种植方式

毛豆是指豆科 (Leguminosae) 大豆属作物中专门鲜食的嫩荚, 一般是在鼓粒后期达至豆荚鼓粒饱满、荚和籽粒色青翠时进行采摘食用的菜用大豆 (*Glycine max* (L.) Merr. 1917) 的总称, 属大豆的专用食用型品种, 在我国习惯称为毛豆或青毛豆^[1]。

改革开放 40 多年来, 我国政治、社会、经济、文化、生态各项事业发展进步迅猛, 脱贫攻坚全面脱贫取得伟大的胜利。目前乡村振兴背景下高质量发展正如火如荼地进行, 人民生活实际生活水平得到大幅度提高, 实现美好生活的愿望已逐步实现, 单一种植毛豆的种植体系已无法满足市场需求。为促进国内毛豆产业的生产发展, 全国各地都结合当地实际情况开展多元化毛豆种植发展的尝试。目前具有代表性意义的是: 江苏省海门市的“葡萄+浙贝母-青毛豆”种植模式, 江苏省启东市的“三豆”即蚕豆、毛豆、豌豆 1 年 3 熟制的高效种植模式, 以及本文将要提到的广东省茂名高州市毛豆绿色生产与种养结合的创新模式等。

1.2 毛豆高产栽培技术概述

上述提到的毛豆种植方式均结合当地生产实际, 利用作物之间的生产关系和季节变化进行“插空”种植, 将土地资源利用达到最大化。本文中提到的广东省茂名高州市毛豆绿色生产与种养结合的创新模式, 其中绿色毛豆高产栽培技术包含选季节(如南亚热带的晚冬/早春、中秋)、规划选用耕地、平整耕地、良种引进示范与选用、种子消毒、播种、壮苗、施肥管水、田间管理、病虫害防治、及时收割等步骤。其中, 在绿色毛豆高产种植中, 选种植季节和选种的步骤至关重要, 极具经济价值。利用作物的生物习性以及与自然变化的关系所进行的“插空”种植, 是目前最为广泛使用的大豆种植体系, 以能够最大化利用自然资源, 增加大豆的产量所广为称颂。

1.3 介绍目前毛豆应用情况

毛豆具有极好的食用价值: 炒食、凉拌、配料煮食、加工制罐或速冻加工外销等。毛豆不仅有极好的食用价值和衍生使用价值: 毛豆鲜棵植株材料即豆秆还可以青贮饲用及制作饲料, 其中青贮饲用的做法是把豆秆有效地用机械压实或人工踩实后密封盖严在贮存窖内, 隔断贮存的豆秆与外面空气的联系, 使其贮存窖内部缺氧、进行厌氧呼吸发酵, 形成

有机酸, 促进青贮豆秆成熟成为可饲用的饲料, 并且在保存时间上比较长, 也减少其养分的损失又可为动物所消化吸收。在本文中, 青贮饲料是由毛豆豆秆材料制成的, 增高毛豆豆秆饲用的利用价值, 减少营养资源浪费。使用毛豆制作青贮饲料是广东省茂名高州市毛豆绿色生产与种养结合的创新模式的亮点之一, 其大大提高了青贮的使用价值。

2 毛豆的绿色标准化栽培技术

2.1 绿色标准化栽培技术的具体要求

毛豆的绿色标准化栽培技术, 也是高产高效种植的技术, 主要涵盖了选季节、规划选用耕地、平整耕地、引种用种、种子消毒、播种、壮苗、施肥管水、田间管理、病虫害防治、及时收割等步骤。华南地区尤其是南亚热带地区绿色毛豆对生长环境和生长条件都极为苛刻, 尤其在冬/春、中秋季节条件下, 需要遵循一定的种植规范, 较难规模化种植和经济栽培, 对农户的种植技术要求较高, 所以目前市面上绿色毛豆的价格仍然较高。但因其不仅具有较高的营养价值, 还因为绿色要求减量少量使用低毒农药、化肥, 强化保护了区域健康的生态环境, 体现了生态文明价值, 具有该区域农业、食品生产可持续发展前景。

具体的绿色标准化栽培要求如下: 首先, 在选择种植播种季节时, 如南亚热带地区的晚冬/早春、中秋季节, 选择的时间及其当下的温度比较敏感且十分重要, 前者的情况是: 在个别温度偏低的年份, 由于发芽和苗期生长和温度密切相关, 由于早播, 可能会影响了发芽及其生长造成一定的减产; 后者则可能因为在生长后期或生育期鼓粒阶段时, 低温提早来临或突然降温而受到可能会发生的低温危害, 在一定程度上影响苗期的生长情况, 从而也影响其整体产量。其次, 引种选种也直接影响了毛豆的生长, 在选种时应选择熟期恰当、抗逆性强、品质优良的毛豆品种^[39]。第三, 种植过程也需要格外注意。在种植绿色毛豆之前先处理毛豆种子, 保证其种子活性纯度达到相应的要求, 才能有较高的发芽率; 在处理种子时采用种子选择法和拌种法, 预防毛豆病虫害的发生, 减少病虫害对毛豆生长和生育的影响, 有效提高其嫩荚的总产量, 处理种子的方法有很多种, 如有效混合使用根瘤菌拌种法、钼酸铵拌种法和药剂拌种法等等, 可大大提高种子的发芽率和提升毛豆的生长速度, 促进毛豆植株的生长

发育, 增强毛豆植株对外部环境的抵抗力。

为进一步增加产量提高产率, 需要注意以下方面:

(1) 有效地进行毛豆与其他非豆科作物的轮作和适当的田间作业;

(2) 应选择合适的播种期和节肥方法, 进行绿色毛豆标准化生产;

(3) 在绿色毛豆种植过程中, 应进行科学有效的施肥, 在施肥过程中应选择符合绿色食品要求的肥料和有机肥料^[3]。

在绿色毛豆规范化种植过程中, 除了选种之外, 绿色毛豆对化肥的种类和用量都十分讲究。绿色毛豆对化肥的要求在绿色食品 A 级以上。A 级绿色食品的要求除了要求产地的土壤、水、空气尘埃等环境不能有超标的污染以外, 还强调了仅能限量地施用限定的磷酸二铵、尿素等普通化学肥料, 同时禁止硝态氮肥的施用^[4]。绿色毛豆施肥按照农业农村部发布的“绿色食品肥准则”行业标准的规定进行, 根据测土后形成土壤环境的科学配方进行施肥, 注重秸秆青贮后过腹还田, 现有可限量使用的化肥与农家肥、微生物肥尽量配合或混用, 要求有机氮与无机氮之比不超过 1: 1。也可参考如下数据: 一般 1 hm² 撒施农家肥 15 t-30 t 作基肥; 与种子一起可施磷酸二铵 150~200 kg、尿素 45~75 kg、硫酸钾 65~75 kg 作种肥; 在开花期每公顷可用尿素 7.5 kg, 磷酸二氢钾 2.5 kg, 溶于 500 kg 水中喷施^[5]。

2.2 在实际生产应用中绿色毛豆机械化栽培技术

在当前, 在基地绿色毛豆生产的过程中已基本采用半机械+半人工的生产方式, 正在进行全程机械化的示范, 在一定程度上提高了劳动生产效率。充分利用人工劳动力和机械劳动力的区别, 将机械化设备应用到毛豆种植中, 与传统毛豆种植相比能够有效地提高生产效率, 提高市场竞争力。在毛豆的机械化生产中, 各个生产环节如播种、整地、施肥、锄草、收获已经开始向大型机械化、智能化方向发展。开展机械化应用生产大豆不仅较大地节省了人工劳动力, 产量提高了质量也有保障, 促进了市场的竞争力^[6]。利用机械精密度高, 准确性强, 易控制可替代人工进行选种和播种的操作。通过机械选种, 可提高优质毛豆种子的占比, 加快选种的时间, 节省生产时间, 提高生产效率。通过机械播种可以实

现合理密植, 间距插种, 保证每棵毛豆可以正常生长, 节省了后期修护的成本和时间。尤为重要的是, 利用机械化进行肥料深施, 有利于肥料利用率的提高, 依据位置肥效的理论, 可采取机械分层的深施肥技术: 如在毛豆种子以下 5~7 cm 施肥, 为第一层; 在毛豆种子以下 10~15 cm 施肥, 为第二层; 同时还可改以往传统的多次施肥为现在机械的一次性施肥; 以科学测土配方为基础, 采取长效控释肥, 确保毛豆的全生育期所有各元素的供给, 一般施用控释肥的每亩用量为 18~20 kg。此外, 根外追施磷钾肥方法主要是在大豆花期至结荚期利用无人机或者人工均匀喷施, 每亩用量为磷酸二氢钾 100 g 兑水 80 kg, 进一步促进子粒饱满, 提高产量^[7]。

3 毛豆采后综合利用技术

3.1 鲜食毛豆的加工、包装、保鲜与储运技术

3.1.1 鲜食毛豆加工技术

(1) 毛豆真空油炸技术

此技术一般采用油炸工艺和脱水方法相结合, 让待加工的物料如毛豆在负压状态进行处理, 由此会减少或避免氧化时引起的食物腐败^[8]。有实验研究^[9]表明, 采用热风预干燥或冷冻预处理均利于减少毛豆油炸的脂肪质量分数且对毛豆色泽无明显影响。肖功年等^[10]研究发现: 烫漂时间对真空油炸毛豆仁的含油率影响较大, 最佳时长为 6 min, 此时毛豆仁 VC 含量和蛋白质含量损耗较少且含油率较低。

一般鲜毛豆都会采用真空油炸技术, 这样会减少耗油量、缩短其油炸的实际时间, 还能很好的保持毛豆特有色泽和风味, 具有良好的应用价值和广阔的市场空间。

(2) 毛豆干燥技术

一般干燥后的果蔬物料, 方便运输、耐贮藏, 有复水率, 食用简单。毛豆干燥工艺技术会较好保留毛豆的外观色泽、口味、品质。Hu 等^[11]通过研究发现: 毛豆在 70°C 下的热风干燥 20 min, 然后在压力 95 kPa 下, 以 9.33 W/g 功率密度的微波接着干燥 15 min, 可明显缩短其干燥工作时长, 真空微波干燥机的质量负荷也可大为降低。张康逸等^[12]以真空冷冻干燥工艺研究确定了多谷物粉的最优质量配比为: 青麦仁、玉米和青豆以 3: 3: 4 比例混合, 从而研制成功了多谷物全粉制品。同时还得出一些条件与结论: 多谷物全粉产品在物料厚度 5 mm, 预冻温度-40°C, 冷冻时间 35 h 条件下, 颗粒细腻、色

泽均一、质优, 溶解性、复水性较好, 吸湿率较低, 具独特香气。

相较各种新的或其他加工工艺技术, 传统的干燥技术对物料的营养、色泽、口味都会出现较大的影响, 这样就必须对干燥时间和温度进行严苛的把控。如今, 干燥工艺技术向更高效、更节能、营养保留更好的方向进步, 联合干燥工艺技术的应用是物料品质提升和干燥效率提高的一种更好的方法。另外, 除了以上真空冷冻干燥工艺技术以外, 其他有关新型干燥处理与工艺技术仍在研发之中, 需要继续努力。

3.1.2 毛豆的鲜食包装技术

目前, 以恰当合适的低温冷藏与薄膜包装结合的工艺技术是新鲜果蔬采后冷藏与冷链物流过程中保持其新鲜度的基础手段。冰温贮藏设备一般使温度在 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 内波动, 能有效地延长果蔬保鲜期并提高其品质^[13]。荆红彭等^[14]研究结果表明: 在 0°C 、 4°C 、 9°C 下贮藏, 0.025 mm 微孔薄膜袋包装的青毛豆一般不会造成气体伤害, 其中 0°C 为青毛豆适宜的贮藏温度, 其豆荚的腐烂率和失重率会有效降低, 豆粒丙二醛(MDA)含量的升高得以延缓, 可溶性蛋白质和叶绿素得以维持较高的含量, 保鲜时间也得以延长。伍新龄等^[15]的研究结果, 当采取微孔膜和不同厚度的聚乙烯膜(polyethylene, PE)对鲜食毛豆进行保鲜包装时, 发现 0.03 mm PE膜具有良好的自发气调保鲜效果, 能有效地抑制大豆呼吸作用, 延缓腐烂进程, 降低质量损失率, 保持鲜食大豆的水分和色泽, 无腐烂保鲜期长达50 d。

3.1.3 毛豆的保鲜储运技术

(1) 毛豆气调保鲜

气调贮藏的保鲜方法一般是指在冷藏条件下, 改变贮藏环境中氧气、二氧化碳、氮气等气体的浓度, 调节有关气体成分的比例, 维持其动态平衡, 从而达到保鲜、保质的效果^[16]。随着食物贮藏保鲜的技术进步, 气调贮藏保鲜方式已被确认为贮藏保鲜中较为理想的技术方式^[17]。徐磊^[18]把新鲜毛豆装入用聚乙烯塑料制作的薄膜袋中后, 同时加入适量的消石灰和克霉灵, 放置于恒温库中贮存, 温度控制在 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$, 袋内 O_2 含量保持在 $2\%\sim 5\%$, CO_2 含量低于 2% 条件下, 实验结果鲜毛豆豆荚的颜色有效地延迟或延缓变黄, 60 d后好荚率仍在 90% 上下。季旭东^[19]研究表明: 当鲜毛豆贮藏时, 把袋内 O_2 含

量控制为 $4\%\sim 6\%$, CO_2 含量为 $5\%\sim 7\%$, 湿度保持在 $85\%\sim 90\%$ 之间的条件下, 则可能保存2~3个月的时间。

气调贮藏保鲜技术也是目前鲜毛豆贮藏保鲜较为广泛使用的技术, 随着气调贮藏保鲜技术的逐步完善, 鲜毛豆的贮藏保鲜时长越来越长, 保鲜效果越来越好, 利用气调贮藏与机械冷藏库相结合的方式进行保鲜效果更佳。

(2) 毛豆速冻保鲜

根据有关鲜食保鲜技术标准, 开展鲜毛豆采摘及采后保鲜加工处理。一般在毛豆采后都会有轻微的呼吸和蒸腾作用, 新鲜程度会逐步下降, 影响其风味、品质, 保质期也会缩短。因此, 为了更好地让后续的加工处理得以适时安排准备, 采后的鲜毛豆必须及时速冻贮藏, 延长其保鲜保存时间。一般毛豆鲜豆荚可采用的速冻贮藏有关加工工艺为: 鲜豆荚分类→整理→分级→清洗→漂烫→冷却→沥干→速冻→包装→冷藏→出品^[20]。

此外, 在速冻贮藏加工过程中, 通过预处理可延长贮藏冻结保存时间以及提高解冻后的贮藏品质。在速冻毛豆加工时, 许海涛等^[21]主张速冻贮藏条件方法是用 $0.5\%\sim 1.0\%$ 的盐酸溶液或 0.1% 的高锰酸钾溶液将鲜毛豆浸泡 $6\sim 8\text{ min}$; 再烫漂, 其烫漂温度为 $95\sim 100^{\circ}\text{C}$, 时间仅需 $1\sim 2\text{ min}$ 。许韩山等研究了鲜毛豆的漂烫处理工艺^[22], 以测定蛋白质、叶绿素、抗坏血酸的含量变化, 测定过氧化物酶失活率, 感官评价等, 进行衡量微波处理、声热处理和热水漂烫的效益, 其结果发现声热处理效果最佳: 当声热处理 1 min 时, 蛋白质、叶绿素和抗坏血酸的损失减少了, 过氧化物酶钝化了, 感官品质也提高了。

低温一般使果蔬组织的呼吸作用、微生物的生长繁殖得到抑制或影响, 各种生理生化反应的速度下降或减缓, 促进衰老延缓和褐变得到遏制。许海涛等^[21]研究认为鲜食毛豆的贮藏温度在 $-18\sim -20^{\circ}\text{C}$ 为宜; 李育峰等^[23]实验结果得出结论: 冷藏库温度低于 -18°C , 鲜毛豆可能安全贮藏一年; 徐磊等^[18]的研究结论则认为: 先在 -35°C 下进行快速预冻处理, 然后再以 -18°C 的冷库中贮藏, 其保鲜效果会更好。由此, 综合来看, 新鲜毛豆一般先快速预冻, 然后移至 -18°C 的冷库中进行较好的贮藏保鲜。

除了上述速冻前的预处理和速冻贮藏以外, 解

冻过程也对鲜毛豆品质有一定程度上的影响。对毛豆不同冻结和解冻处理进行了实验的研究, 刘春泉等^[24]的实验结果表明了其对于毛豆的组织结构、硬度、汁液流失率及营养物质含量的影响; 以快速冻结结合 25°C 鼓风解冻工艺处理的品质最好, 能较好地保存毛豆仁营养、硬度以及组织结构。

近年来, 速冻贮藏保鲜是鲜毛豆较为常见的贮藏保鲜方式, 它较好地保存了毛豆的风味、色泽和营养品质等, 而且保存时间长, 贮藏加工操作过程方便等均有优势, 在生产、上市季节、市场货架期等供给侧上有效调节其上市供应的较佳方式。

(3) 保鲜剂处理保鲜

一般通过保鲜剂处理, 受处理的毛豆表面微生物数量和活性降低, 其乙烯的生成和作用也受到抑制, 从而可以达到延长鲜毛豆贮藏期的预期目标, 促进销售上延长鲜销期。王阳光^[25]实验揭示了鲜毛豆的一种保鲜方法: 首先将其全部浸入 0.5% 的苯甲酸钠溶液 1 min, 然后再用 0.5% 的水杨酸溶液浸泡 1 min, 捞出后用冷风来风干其表面溶液, 用食用薄膜包装后放入 5°C 以下的冷库贮藏, 其贮藏期可延长至 45 d, 仍保持鲜绿色泽, 没有类似褐锈斑冷害的症状。黄月琴等^[26]在低温条件下实验研究了不同浓度的 3 种保鲜剂对鲜毛豆豆荚的保鲜效果, 结果表明: 保水性最好的是以 1.5% 壳聚糖涂膜保鲜的, 其腐烂率和失重率也最小; 叶绿素损失最少的是以 1 μmol/L 1-甲基环丙烯 (1-MCP) 处理的; VC 和蛋白质留存率最高的则是 10 μmol/L 茉莉酸甲酯 (Me-JA) 处理的。

经过多方研究表明, 不同的保鲜清洗剂对毛豆贮藏病害和腐烂变质方面都有良好抑制效果, 也说明保鲜清洗剂都有较好的杀菌效果; 采取保鲜剂涂膜保鲜处理鲜毛豆, 也有提高贮藏后的品质以及延长鲜毛豆冷藏和冷链物流时间的效果。

3.2 毛豆副产物豆秆的利用

3.2.1 毛豆副产物 (豆秆) 的青贮制作

(1) 场地选择

毛豆豆秆青贮饲料制作一般采用窖贮法, 窖要建在高地势、无污染、良好排水、方便取用的地块。窖型以长方形为宜, 上宽下窄, 具体大小依需求而定。窖采用砌筑窖或土窖, 长期性砖混的比较好, 但底面和四周要用水泥磨上, 或全用塑料薄膜铺面, 注意防水漏气。青贮前^[27], 清洁窖, 窖内保持清理

干净。

(2) 技术标准要求

毛豆豆秆以当天收割并及时制作为宜, 豆秆新鲜、无霉变、无污染、无土泥, 以叶茎比高为好。豆秆含水率以 60%~70% 为宜, 切碎后用手攥紧时, 感觉湿润又不滴水, 由此经验说明含水量比较适中。如果豆秆收割后出现太湿情况, 则需要晾晒 1~2 d, 也可混些干料; 太干则可适量喷水加湿。豆秆要铡短、揉碎处理以便于装填、取用等^[28]。

(3) 毛豆豆秆青贮制备

毛豆豆秆制备制作青贮饲料时, 要采取切碎、装填、压实连贯的方法。装窖过程要求在防雨水的条件下进行, 边切碎、边要将切好的豆秆逐层装填、压实, 每层一般厚度约 30 cm, 垫底底层要厚一些; 对装填靠近四壁的豆秆则要采取先反复踏实四角, 然后再反复踏实中间的顺序, 要使边角勿留下空隙, 减少或避免空气存留, 以此避免其腐烂; 豆秆原料一般要高出于窖口边缘, 防其下沉, 一般建议高于窖口 30 cm 时进行封口; 若当日未装满窖内, 就要用塑料薄膜盖上, 待第 2 天进行压窖工作时, 可揭开该塑料薄膜继续以上操作。一般可选用大马力轮式或链式拖拉机进行大型窖的压窖工作; 以小四轮拖拉机进行中小型窖的压窖。要保证机械不漏油, 不带泥土, 在排气管上还要配装灭火器以保证安全^[29]。

(4) 封窖

当分层压实豆秆原料高到高出窖口 30 cm 时, 窖顶用厚度为 0.08~0.12 mm 的塑料薄膜盖住。为了排出膜下空气, 应边盖膜, 边以湿土盖在膜上, 湿土厚度在 20 cm 以上。要经常检查窖顶, 若发现压顶土有下沉裂缝的话, 尽快补充培土并拍打让其光滑; 如窖内贮存豆秆原料自然下沉, 则要尽快加盖湿土使之继续高出地面, 并注意预先在其周边挖好方便排水的排水沟, 防范天气变化和雨水渗入, 发生霉烂变质^[30]。

(5) 青贮料的成熟

一般经过 40~50 d, 青贮料始成熟, 便可开窖取用豆秆青贮饲料。在开窖取用时, 要从窖的一端开口, 垂直进行拿用取用, 以保持料面干净; 每次拿取完后, 必须马上盖严出料口, 避免造成剩余豆秆青贮饲料的腐烂。窖的出料口也要防日晒雨淋, 同时也要防冻、防泥土进入^[31]。

(6) 豆秆青贮饲料的质量评定

豆秆青贮饲料品质好坏, 一般可从如下 3 个方面进行鉴定。

色泽: 青贮饲料一般呈现绿色或黄绿色、黄褐色或暗绿色、黑褐色三种; 它们分别为优良品质、中等品质、劣质。青贮饲料在高温发酵条件下制成的大多呈褐色。

气味: 具有酸香味, 有些像酒糟味, 并略带水果弱酸味, 没有霉味, 其气味酸而不刺鼻, 适合喂妊娠家畜的青贮饲料, 为品质优良的类型; 而略带酒香味, 有刺鼻的酸味, 不适合喂妊娠家畜的, 为中等品质的类型; 那些具有刺鼻腐臭味或霉味, 已失去利用价值, 不能再用于饲喂家畜的, 属于劣质的类型。

质地: 一般良好的青贮饲料疏松柔和而略带湿润, 茎叶仍保持厚状。相反, 若其茎叶黏成一团, 表明水分过多; 其质地松散干燥、粗硬, 表明水分过少, 这两者都属于品质不良的类型^[32]。

3.2.2 毛豆副产物豆秆的混合饲料加工技术

目前, 青贮原料种类繁多且丰富, 其中干物质、碳水化合物、纤维、有机酸、矿物质、水分等含量各异。根据或结合实际的具体生产情况, 多采用混合(两种或两种以上作物的青贮原料)青贮的方式, 达到优势互补, 使混合原料水分含量合理, 减少或降低使用添加剂, 缩短青贮工艺的过程, 促进营养均衡, 提高青贮的质量^[33]。在实际应用上, 通常将以禾本科与豆科搭配制作混合青贮饲料, 提高青贮的成功率和青贮效率^[34]。郭晖^[35]设置禾本科高丹草与豆科紫花苜蓿混合青贮, 比例分别为 3: 2、1: 1、2: 2, 与高丹草、紫花苜蓿单一青贮对比, 结果显示: 混合青贮的粗蛋白、可溶性碳水化合物、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、粗灰分和粗脂肪含量均介于高丹草单一青贮和紫花苜蓿单一青贮的含量之间, 可有效解决紫花苜蓿草不易青贮的问题以及高丹草青贮蛋白质含量低、酸度大的问题, 而且营养变得更加全面、均衡; 并发现其中 60%高丹草+40%紫花苜蓿的混合青贮品质最优。通过研究禾本科玉米与豆科大豆混合青贮后的发酵质量与微生物群落特性结果后, Zeng 等^[36]提出: 与单一大豆青贮相比, 混合青贮的乳酸含量更高; 与单一玉米青贮相比, 氨氮含量降低, 整体发酵质量有很大的提高。这些研究对于毛豆单一青贮加工走向混合青贮加工提供了新的方向。

除此之外, 中草药添加剂对青贮产品的生产也

有一定帮助。李振武等^[37]发现, 五味子、黄芪、当归提取液均对乳酸菌体外生长有促进作用, 适量添加可以改善发酵青贮品质。王晓文^[38]的研究则表明, 中草药配方和黄玉米秸秆青贮饲料结合使用对肉牛生长有促进作用。因此, 在毛豆青贮饲料的加工时, 添加适当中草药添加剂, 也是一个值得研究的方向, 可以在提高青贮饲料的品质的同时, 增加其功效。

3.2.3 毛豆副产物(豆秆)的饲料饲喂示范与应用

由上文所说, 为拓展丰富毛豆的一二三产全产业链, 毛豆副产物-豆秆也可用于牲畜的饲料喂养, 实现资源循环利用。一个成功的案例, 是在茂名高州市, 由我们科技支撑下, 广东浩田农业发展有限公司在生产示范基地生产毛豆的同时, 将其副产物豆秆用于当地牲畜(牛)的饲料喂养当中。使用毛豆副产物豆秆青贮熟料进行饲喂时, 需要注意其青贮处理方法、饲喂量和比例、营养平衡、质量和安全性, 以及监测和观察动物的反应。

毛豆副产物豆秆除了可以作为牛、羊的饲料之外, 还可以作为家禽(如鸡、鸭、鹅)和鱼类的饲料, 提供能量和蛋白质等营养元素。

总之, 本文主要从毛豆生产与应用现状、毛豆的绿色标准化栽培技术、毛豆采后综合利用技术等多方面进行了综合研究与梳理, 为今后毛豆绿色生产与种养结合的创新技术的理论创新、试验示范、应用推广和科普研学或培训教育工作指明了方向和参考。

参考文献

- [1] 郭文场, 刘佳贺, 李悦. 毛豆的特征特性、生产现状、品种简介及栽培管理[J]. 特种经济动植物, 2019, 22(4): 27-32.
- [2] 王侗, 陶双成, 薛铸, 等. 猪屎豆、白灰毛豆在海南中线高速边坡生态恢复中的应用[J]交通运输研究, 2015, 1(1): 72-79.
- [3] 丁晓敏. 浅析绿色大豆栽培技术及推广[J]. 农民致富之友, 2018(24): 6.
- [4] 林葆. 化肥与无公害食品[J]. 农资科技, 2002(6): 10-11.
- [5] 冯玉萍, 杨铭, 黄光丽. A 级绿色食品油豆角栽培[J]. 内蒙古农业科技, 2009(1): 116.

- [6] 于平, 冯淑杰, 段浩民, 等. 试论绿色大豆种植机械化方法研究[J]. 种子科技, 2016, 34(12): 46+48.
- [7] 亓翠英. 论绿色大豆种植机械化的方法[J]. 网友世界, 2013(5): 25.
- [8] 张俊艳. 真空油炸技术在食品加工中的应用[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(10): 129-132.
- [9] 范柳萍, 张愨, 韩娟, 等. 不同处理工艺对真空油炸毛豆品质的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2005(2): 30-33+37.
- [10] 肖功年, 杜卫华, 周乐群, 等. 不同烫漂时间对真空油炸毛豆仁品质的影响[J]. 食品工业科技, 2005(7): 147-149.
- [11] Drying of edamames by hot air and vacuum microwave combination[J]. Journal of Food Engineering, 2006, 77(4): 977-982.
- [12] 张康逸, 何梦影, 杨帆, 等. 真空冷冻干燥条件对多谷物全粉品质影响的研究[J]. 现代食品科技, 2017, 33(7): 163-171.
- [13] 张娜, 关文强, 张怡. 冰温结合气调保鲜膜对西兰花保鲜效果的影响[J]. 食品科技, 2012, 37(1): 42-44+49.
- [14] 荆红彭, 张旭, 关文强, 等. 不同温度下微孔膜包装青毛豆的保鲜效果研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(3): 335-339+344.
- [15] 伍新龄, 荆红彭, 张旭, 等. 不同自发气调包装膜对鲜食大豆保鲜效果的比较[J]. 食品科学, 2015, 36(14): 265-270.
- [16] 张燕, 李瑞光, 赖于民, 等. 气调贮藏对松茸保鲜品质的影响[J]. 食品科技, 2015, 40(9): 337-343.
- [17] 张义珂, 张钦发, 汪雪雁, 等. 气调储藏对接种酵母菌鲜榨桔汁变质过程的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(10): 334-337.
- [18] 徐磊, 黄春庭. 豆类蔬菜的贮藏保鲜[J]. 中国农技推广, 2005(7): 37.
- [19] 季旭东. 青毛豆保鲜技术规范及工艺流程[J]. 江苏农机化, 2003(6): 21.
- [20] 仝瑶, 赵立艳, 汤静. 鲜毛豆保鲜与加工研究进展[J]. 食品工业科技, 2018, 39(21): 337-341.
- [21] 许海涛, 李新建, 王培红. 鲜食毛豆的速冻安全贮藏[J]. 中国农村小康科技, 2004(6): 27-28.
- [22] 许韩山, 张愨, 孙金才. 速冻毛豆漂烫工艺[J]. 食品与生物技术学报, 2009, 28(1): 38-43.
- [23] 李育峰, 王健, 韩开拓. 速冻毛豆生产及质量控制方法[J]. 保鲜与加工, 2007, 7(4): 50-51.
- [24] 刘春泉, 卓成龙, 李大婧, 等. 不同冻结与解冻方法对毛豆仁品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2012, 28(1): 176-180.
- [25] 王阳光, 席芳, 朱晓艳. 毛豆的冷藏保鲜方法[J]. 中国果菜, 2001(1): 18.
- [26] 黄月琴, 盛玮, 郭春风, 等. 1-MCP • Me-JA 及壳聚糖涂膜保鲜菜用大豆效果研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(29): 18233-18235.
- [27] 冯狗维. 秸秆青贮的制作技术[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2016, 32(7): 222-223.
- [28] 刘焕财, 王艳君. 玉米秸秆青贮饲料的制作与使用[J]. 吉林农业, 2013(10): 52+68.
- [29] 陈正林, 吴与全, 王跃祥. 秸秆青贮制作与利用[J]. 四川畜牧兽医, 2012, 39(7): 39.
- [30] 阿不来孜热比亚木. 浅谈秸秆青贮的制作与使用[J]. 新疆畜牧业, 2011(S1): 31.
- [31] 翁小芳, 欧肇林. 浅谈玉米秸秆青贮饲料的制作及利用[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2018, 34(3): 243.
- [32] 刘素婷. 玉米秸秆青贮的制作[J]. 养殖技术顾问, 2013(4): 65.
- [33] 王芬, 赵腊梅. 稻草与构树混合青贮对青贮营养成分和发酵品质的影响[J]. 饲料研究, 2021, 44(9): 114-117.
- [34] 王啸林, 冯冠智, 张城瑞, 等. 乳酸菌和纤维素酶对马铃薯渣与玉米秸秆混合青贮发酵品质、有氧稳定性和体外发酵参数的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2022, 58(4): 201-207.
- [35] 郭晖. 不同比例紫花苜蓿与高丹草混贮饲料的发酵品质和营养成分分析[J]. 河南农业科学, 2021, 50(6): 149-155.
- [36] ZENG T, LI X, GUAN H, 等. Dynamic microbial diversity and fermentation quality of the mixed silage of corn and

- soybean grown in strip intercropping system[J]. Bioresource Technology, 2020, 313: 123655.
- [37] 李振武,陆丞,黄秀声,林忠宁,应朝阳,韩海东.基于乳酸菌发酵的中草药型青贮添加剂的筛选及优化[J].草学,2017,(S1):59-60.
- [38] 王晓文.几种中草药配方的不同添加量与黄玉米秸秆青贮饲料结合使用对肉牛生长性能的影响研究[J].中兽医学杂志,2017,(03):18-21.
- [39] 温小云,吴彩玉,李育军,等.华南地区大豆栽培生产情况及潜力品种推荐[J].长江蔬菜, 2018(10):45-49.

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS